Fuerzas nucleares estratégicas de Gran Bretaña y Francia

Aunque hasta ahora no han estado sujetas a ningún tratado de limitación de armamento firmado por las dos superpotencias, podría convenir a la paz mundial que participaran en la mesa de negociaciones

John Prados, Joel S. Wit y Michael J. Zagurek, Jr.

Cuando se habla de armas nucleares, generalmente se sobreentiende que se trata de los arsenales norteamericanos o soviéticos. Los inventarios de estos dos países representan el 97 por ciento de las cabezas nucleares del mundo; Gran Bretaña y Francia poseen la mayor parte de las restantes. A pesar de las modestas pretensiones que pueden abrigar a este respecto las dos naciones europeas, ello les otorga una imponente capacidad militar que la Unión Soviética, y en menor medida los Estados Unidos, no pueden ignorar. En realidad, las recientes propuestas planteadas por ambas superpotencias con el fin de desmantelar todos sus misiles de alcance medio desplegados en Europa difieren en muchos puntos, pero plantean una misma cuestión de fondo: ¿qué papel tendrán, en el futuro equilibrio militar de Europa, las "otras" fuerzas nucleares?

Las propuestas norteamericanas excluyen la presencia de un tercer bando en los límites que puedan negociarse en Ginebra. Los soviéticos, sin embargo, insisten en que, para que la "opción cero" sea viable, las fuerzas británicas y francesas deben congelarse en sus niveles actuales. Las exigencias rusas pretenden abortar la expansión y modernización de las fuerzas nucleares que ambos estados se proponen. De llevarse a cabo estos programas de modernización de las fuerzas armadas, el conjunto anglofrancés supondría un porcentaje significativo de las fuerzas estratégicas soviéticas, en particular si el arsenal ruso se redujera como consecuencia de un acuerdo de control de armamento. Si el control de armamento nuclear progresa, las fuerzas estratégicas europeas pronto deberían incluirse en su ámbito de aplicación.

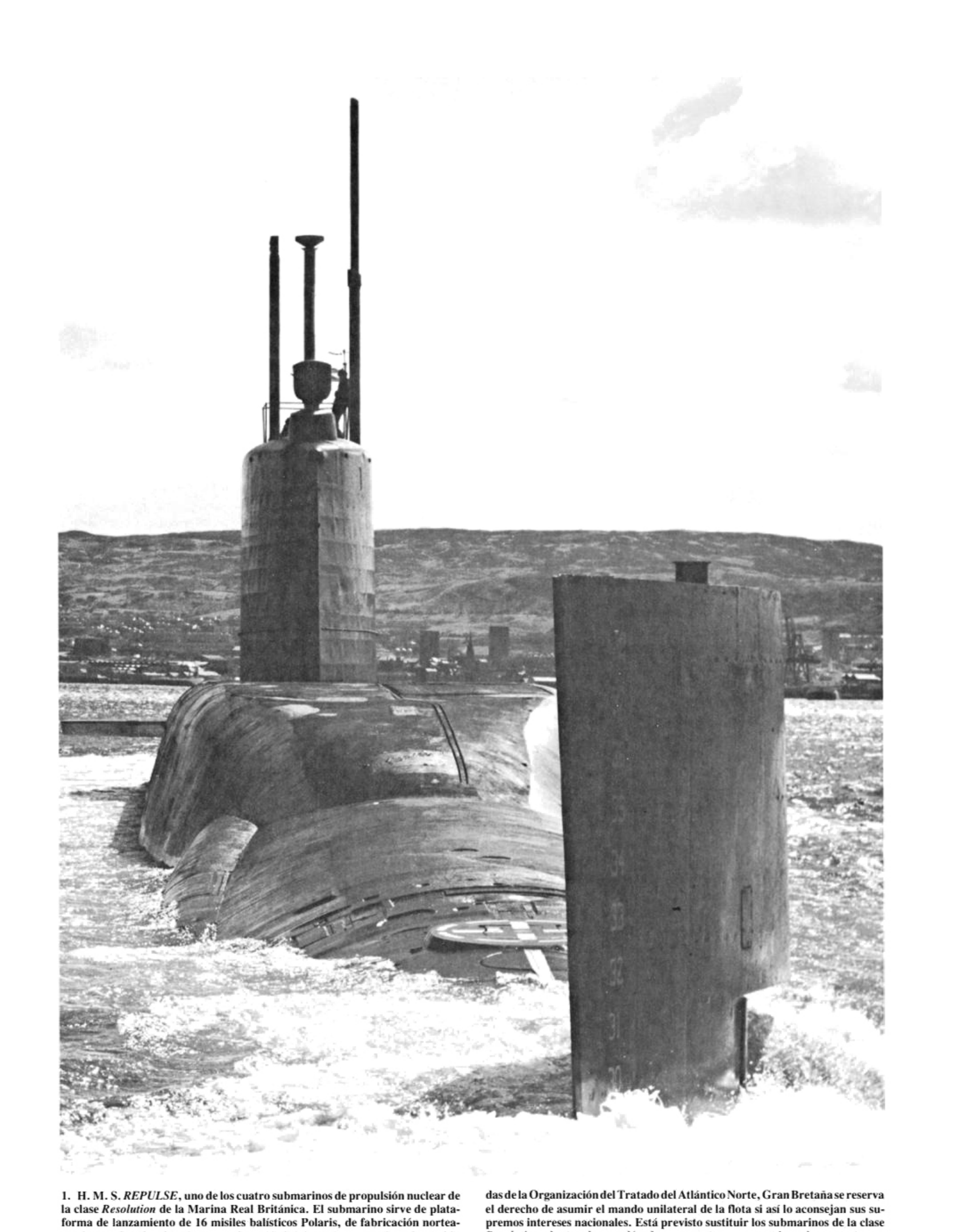
No obstante, los europeos son poco proclives a colocar sus fuerzas estratégicas en la mesa de negociaciones junto a las soviéticas y estadounidenses, a menos que las superpotencias impongan severas limitaciones en sus propios programas de armamento estratégico y en particular en sus programas de defensa estratégica. El despliegue de tales sistemas de defensa plantea a los europeos un dilema preocupante: mientras que a corto plazo el sistema soviético contra misiles balísticos (ABM) tendría una incidencia militar marginal, a largo plazo una nueva y "exótica" defensa podría probablemente anular la disuasión independiente que Gran Bretaña y Francia han buscado con ahínco. Al propio tiempo, ambas naciones consideran que un sistema de defensa americano (como los que se abordan en la Iniciativa de Defensa Estratégica, IDE) que desacoplase la defensa de Europa de la propia de los Estados Unidos, incrementaría la necesidad de tal disuasión independiente.

El temor de que, a la hora de la verdad, los EE.UU. no comprometan sus fuerzas nucleares en defensa de Europa ha constituido el motivo del desarrollo de los programas europeos de armas nucleares. Gran Bretaña, sin embargo, ha llegado a un compromiso entre la necesidad de poseer una fuerza nuclear independiente y la vinculación con los EE.UU. A cambio de mantener una mínima apariencia de subordinación a los planes de guerra nuclear impulsados por los EE.UU., junto con el resto de aliados de la Organización del Tratado del Atlántico Norte, ha recibido una valiosa (y secreta) ayuda técnica. De hecho, desde 1958 hasta 1982 cada cabeza nuclear desplegada por las fuerzas armadas británicas era o bien una copia de un arma norteamericana o bien un ingenio diseñado y construido en los EE.UU.

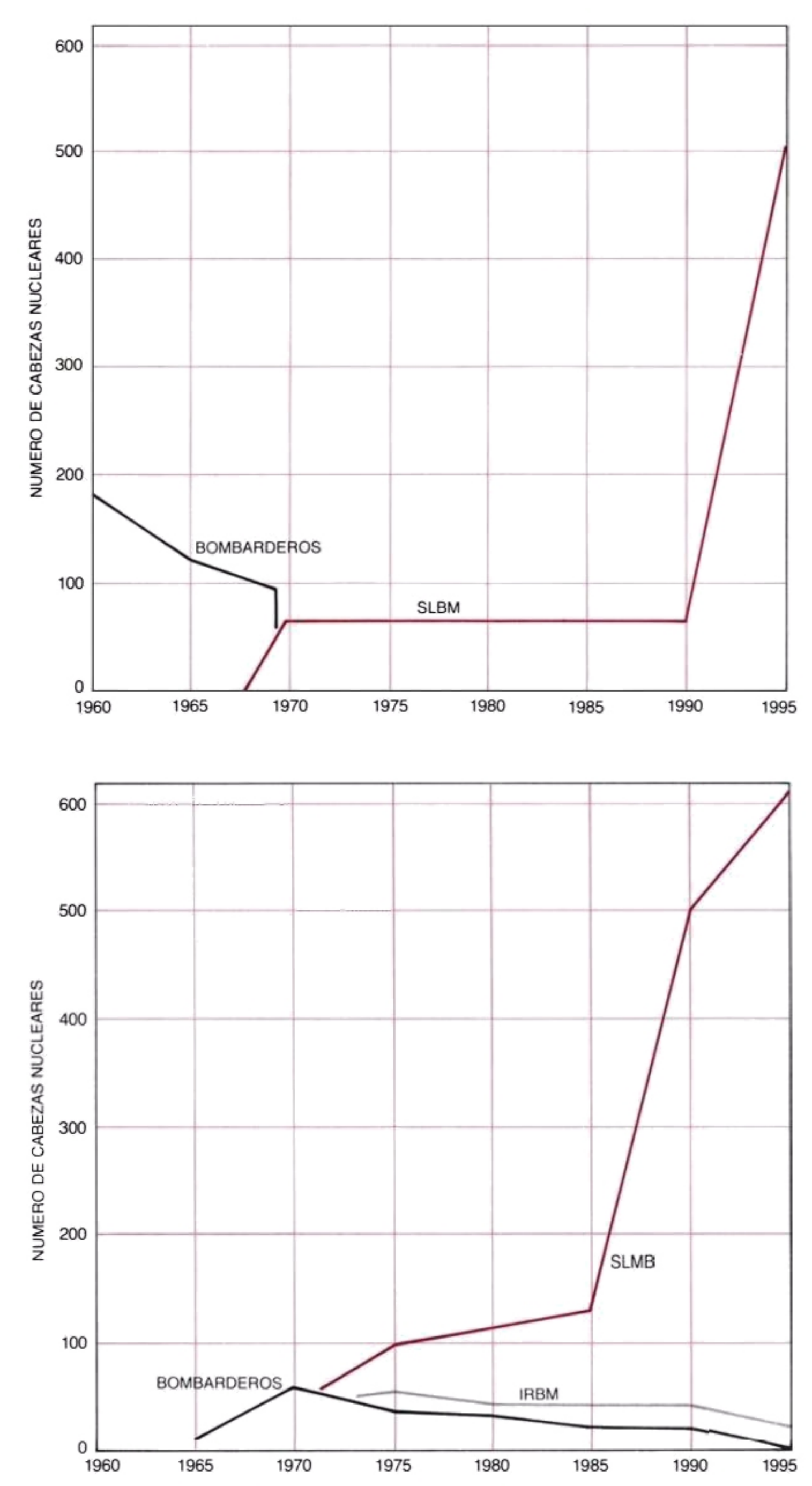
La contribución británica a su fuerza nuclear estratégica (definida como aquella fuerza nuclear que es capaz de atacar, desde sus posiciones habituales, objetivos en el territorio de la Unión Soviética) se ha limitado a la construcción de cuatro submarinos de propulsión nuclear de la clase *Resolution*. Estos viejos submarinos constituyen todavía el grueso de la fuerza estratégica británica. Cada uno es capaz de disparar 16 SLBM (misiles balísticos lanzados desde submarinos) del tipo Polaris, de fabricación americana, al que los británicos han cambiado su sistema original de dispersión de las cabezas nucleares por uno más avanzado de diseño propio denominado Chevaline. Está construido para superar las defensas ABM (en particular la defensa Galosh que protege Moscú) mediante una combinación de señuelos, virutas metálicas y vehículos maniobrables de reentrada (RV). Los SLBM equipados con el sistema Chevaline parece ser que disponen de tres a seis RV, cada uno con una cabeza nuclear de 40 kilotones (equivalentes al poder explosivo de 40.000 toneladas de TNT). No son vehículos de reentrada con capacidad de ser dirigidos contra múltiples objetivos independientes (MIRV), aunque pueden atacar blancos más dispersos en comparación con los RV de los anteriores Polaris.

A Gran Bretaña le apremia continuar con la modernización de la disuasión mediante su flota de submarinos. A mediados de los años 90, los submarinos de la clase *Resolution* tendrán tres décadas de vida y les habrá llegado la hora de su retirada del servicio. Además, mantener operativos para entonces los misiles Polaris será difícil y costoso. (Los británicos ya se han visto obligados a sustituir, con un gran costo, los motores de combustible sólido defectuosos de los Polaris.)

En julio de 1980, el gobierno de la



1. H. M. S. *REPULSE*, uno de los cuatro submarinos de propulsión nuclear de la clase *Resolution* de la Marina Real Británica. El submarino sirve de plataforma de lanzamiento de 16 misiles balísticos Polaris, de fabricación norteamericana, dotados de cabezas nucleares británicas. Aunque sobre el papel la flota inglesa de submarinos con misiles balísticos forma parte de las fuerzas aliadas de la Organización del Tratado del Atlántico Norte, Gran Bretaña se reserva el derecho de asumir el mando unilateral de la flota si así lo aconsejan sus supremos intereses nacionales. Está previsto sustituir los submarinos de la clase *Resolution*, dentro de una década, por cuatro nuevos submarinos que transportarán los misiles norteamericanos Trident II, dotados de mayor potencia.



2. CRECIMIENTO DE LAS FUERZAS ESTRATEGICAS EUROPEAS, entendiendo por tales las que tienen capacidad suficiente para atacar el territorio soviético desde sus asentamientos habituales. Dicho desarrollo se caracteriza por un pronunciado aumento de vehículos capacitados para el disparo de cabezas nucleares. Las fuerzas británica (*arriba*) y francesa (*abajo*) estaban inicialmente formadas por bombarderos, pero desde 1975 los misiles balísticos de lanzamiento submarino (SLBM), menos vulnerables ante un ataque nuclear, dominan los arsenales estratégicos europeos. Las fuerzas francesas se distinguen por el despliegue de unos cuantos misiles balísticos de alcance medio con base en tierra (IRBM). Ambos países tienen previsto aumentar sustancialmente sus efectivos en la próxima década desplegando nuevos submarinos dotados de misiles balísticos y multiplicando el número de cabezas nucleares transportadas por cada SLBM.

primera ministra Margaret Thatcher anunció su decisión de adquirir a los EE.UU. el SLBM Trident I, e instalarlo en cuatro submarinos de nueva construcción que entrarían en servicio a mediados de los años 90. En marzo de 1982 el gabinete británico revisó su decisión, inclinándose por la compra del SLBM Trident II, de mayor poder destructivo (cuya incorporación en los submarinos estadounidenses no se prevé hasta 1989). Los nuevos submarinos ingleses irán dotados con 16 SLBM, con ocho MIRV cada uno. La fuerza británica de SLBM alcanzará entonces un total de 512 cabezas nucleares.

Si Gran Bretaña podrá o no completar su programa de modernización con los Trident (o lo que es lo mismo, si continuará en su empeño por mantener una fuerza nuclear independiente) es una cuestión abierta. En Inglaterra ha arraigado un fuerte movimiento a favor del desarme y el partido laborista, en la oposición, aboga por el abandono unilateral de la disuasión nuclear. Algunos miembros conservadores del Parlamento, al igual que otros del partido socialdemócrata, han atacado también el programa nuclear con argumentos financieros. Opinan que se emplearía mejor el dinero si se destinara a renovar las fuerzas militares convencionales británicas.

Este asunto de la modernización, aún sin resolver, continuará con toda seguridad hasta las próximas elecciones, en 1988 como muy lejos. Para entonces se habrá invertido tanto dinero en investigación, desarrollo y producción (el coste total se estima que rondará los 9000 millones de libras, unos dos billones de pesetas) que políticamente será difícil cancelar el programa Trident por completo, independientemente de qué partido gane la mayoría parlamentaria.

En contraste con su vecino del canal de la Mancha, Francia se ha mantenido firmemente apartada de los EE.UU. en lo que concierne al desarrollo de su propio programa de armamento nuclear; éste comprende aviones, misiles con base en tierra y submarinos nucleares. El principal avión de la fuerza aérea estratégica francesa es el anticuado Mirage IVA, presentado en 1964. Cuenta con unos 22 bombarderos de este tipo, con base en el nordeste del país. Con sus 3200 kilómetros de radio de acción si reponen combustible en vuelo, están capacitados para alcanzar objetivos en la Unión Soviética. Cada avión lleva una bomba nuclear de 70 kilotones. Se está

dotando a 18 de estos bombarderos con un misil nuclear aire-tierra de alcance medio para mantener su efectividad como sistema de bombardeo estratégico durante otra década.

El misil francés S-3, instalado en silos subterráneos, también puede atacar objetivos en la Unión Soviética. Cada misil lleva una sola cabeza nuclear de un megatón (equivalente a un millón de toneladas de TNT). Sólo se han desplegado 18. Dada la vulnerabilidad de estos misiles fijos con base terrestre frente a un ataque nuclear, el gobierno francés ha estudiado la posibilidad de desplegar un misil móvil de alcance medio, conocido como S-X. El despliegue de este misil está todavía pendiente, dadas las limitaciones fiscales y las dudas sobre la necesidad militar de poseer una mayor fuerza estratégica terrestre.

Al igual que los británicos, los franceses consideran su flota de submarinos con misiles balísticos como la piedra angular de sus fuerzas nucleares. Desde su comienzo en 1971, la mitad de la inversión total francesa en sistemas de armas nucleares se ha dedicado a la fuerza submarina estratégica, la Force Océanique Stratégique (FOST).

La FOST se compone de cinco submarinos de la clase *Redoutable* y uno, recientemente puesto en servicio, de la clase *Inflexible*. Los submarinos más antiguos están armados con 16 SLBM M-20 con una única cabeza nuclear. El nuevo submarino está dotado con el SLBM M-4, primer misil francés con MIRV. Puesto que cada M-4 transporta seis RV y a bordo del *Inflexible* hay 16 misiles, el número de cabezas nucleares a bordo de SLBM disponibles por Francia se dobló cuando el año pasado el submarino se incorporó a la flota. A comienzos de los 90, cinco de los seis submarinos estarán equipados con misiles M-4. En consecuencia, la fuerza naval francesa dispondrá de un total de 496 cabezas nucleares. La puesta en servicio de un séptimo submarino equipado con nuevos SLBM del tipo MIRV (llamados M-5), programada para 1994, elevará aquel total.

No es probable que los planes franceses de modernización se vean alterados por las vicisitudes de la política interior. Según parece, existe un notable consenso político en Francia en soporte del programa nuclear y, aunque inicialmente los partidos socialista y comunista se opusieron al proyecto de una fuerza nacional estratégica nuclear, a finales de los 70 se unieron a los partidos de centro y de derecha en su apoyo. De hecho, el gobierno socialista del presidente François Mitterrand ha impulsado la modernización de la fuerza nuclear a expensas de las fuerzas francesas convencionales (lo cual se nota especialmente en el número de hombres en servicio).

	VEHICULO	UNIDADES DESPLEGADAS	CABEZAS NUCLEARES TRANSPORT.	POTENCIA DE CADA CABEZA (KILOTONES)	AÑO DEL DESPLIEGUE
GRAN BRETAÑA	POLARIS (CHEVALINE) SLBM	64	3-6	40	1982
	TRIDENT II SLBM	64	8*	475?	principios de los 90
FRANCIA	S-3 IRBM	18	1	1,000	1980
	M-20 SLBM	80	1	1,000	1977
	M-4 SLBM	16	6*	150	1985
	BOMBARDERO MIRAGE IVA	18	1	150	1964
	S-3 IRBM	18	1	1,000	1980
	M-20 SLBM	16	1	1,000	1977
	M-4 SLBM	80	6*	150	1985
	M-5 SLBM	16?	≥6*	?	1995
	S-X IRBM?	?	?	?	?

3. VEHICULOS DE TRANSPORTE NUCLEAR de los arsenales británicos y franceses: aparece en negro el contingente actual y, en color, aquellos que se supone que existirán dentro de una década. Todos los SLBM del arsenal británico se han desarrollado y construido en los EE.UU., aunque el mecanismo de dispersión de las cabezas nucleares de la versión Chevaline del misil Polaris y del Trident II son de diseño británico. El asterisco indica que las cabezas nucleares de un misil las transportan vehículos a los que puede asignarse objetivos múltiples e independientes: las cabezas nucleares de un misil pueden atacar objetivos muy alejados.

Además de las dudas acerca del grado de confianza que merecen las garantías norteamericanas de empeñar sus fuerzas nucleares en defensa de Europa, portavoces de los gobiernos británico y francés justifican los programas de armamento nuclear poniendo énfasis en el valor intrínseco, tanto político como militar de tales programas. Los partidarios de un arsenal nuclear independiente, aunque modesto, argumentan que la amenaza de explosionar cabezas nucleares sobre las ciudades del enemigo es suficientemente eficaz como para detener a cualquier agresor, aunque se trate de un oponente tan formidable como la URSS. Este es el argumento subyacente de la doctrina estratégica de Gran Bretaña y Francia. Sin embargo, cada país ha asignado un cometido peculiar a sus dotaciones en armas nucleares en el caso de una guerra que, al menos teóricamente, nadie debería caer en la locura de empezar.

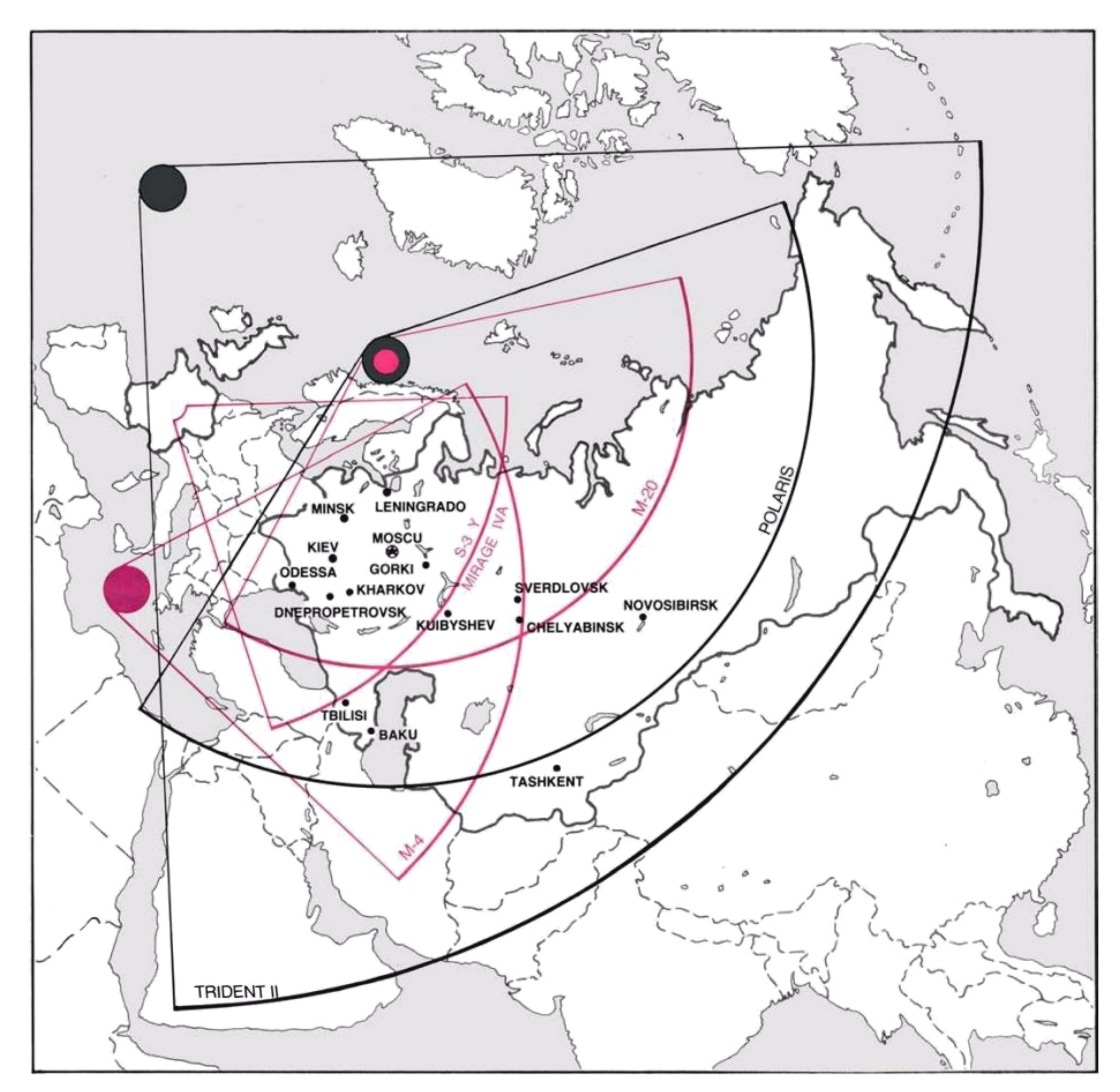
Manteniéndose en la estructura de mando de la OTAN, los potenciales objetivos a destruir por armas nucleares son asignados a Gran Bretaña por el comandante supremo aliado en Europa, que siempre ha sido un oficial norteamericano. Ante la menguada precisión del misil Polaris, la lista de los objetivos que manejen los británicos abarcará instalaciones militares vulnerables: aeropuertos, depósitos de abastecimiento y campamentos de instrucción de tropas. Gran Bretaña mantiene, sin embargo, la autoridad final sobre su fuerza estratégica naval y se reserva el derecho de emplearla como "garantía última de su seguridad nacional". Con este fin, en Whitehall hay otras listas distintas de objetivos. De acuerdo con la idea de que el miedo a la aniquilación de buena parte del país constituye la mejor disuasión, los blancos de las listas inglesas serán, presumiblemente, centros urbanos e industriales soviéticos clave, en vez de instalaciones militares.

El arsenal nuclear del ejército francés es algo más variado que el británico. Ello explica que Francia haya optado por una doctrina diferente en la asignación de objetivos. La estrategia francesa hace hincapié en la "neutralización de las estructuras administrativa, económica y social del adversario", y ocasionaría un gran número de víctimas. Además, Francia rechaza oficialmente la inclusión de cualquiera de sus fuerzas nucleares en los planes de guerra de la OTAN, aunque persisten los rumores de que al menos han tenido lugar consultas informales entre Francia y sus aliados para coordinar las fuerzas en caso de guerra.

Supongamos que Gran Bretaña y Francia siguen manteniendo la doctrina que asigna los RV o bombas nucleares disponibles a los principales centros industriales y urbanos soviéticos. ¿Cómo incidiría el programa de modernización

de cada país en la misión de sus fuerzas estratégicas? Dado que la eficacia de la disuasión nuclear emprendida por británicos y franceses radica en la amenaza "creíble" de la destrucción masiva, hemos construido un modelo de ordenador que evalúa los niveles de daños en los centros industriales y urbanos que las fuerzas anglofrancesas podrían infligir a la Unión Soviética.

Según nuestros resultados, la fuerza estratégica francesa podía haber causado, en 1985, entre 23 y 34 millones de muertes y destruido entre el 16 y el 25 por ciento de la capacidad productiva soviética (es decir, instalaciones industriales, altos hornos, refinerías y plantas químicas). A final de 1990 estas cifras se habrán incrementado significativamente. El número de muertes potenciales oscilaría entre los 38 y 55 millones y podría destruirse entre el 25 y el 40 por ciento de la capacidad de producción soviética. Los daños resultarían más cuantiosos aún en 1995, cuando el séptimo submarino francés equipado con misiles balísticos entre en servicio, ascendiendo a 81 millones las bajas soviéticas, a la vez que hasta dos terceras partes de la capacidad de pro-



4. RANGO DE ACCION APROXIMADO de los misiles y aviones británicos (*negro*) y franceses (*color*). Ese alcance determina qué ciudades de la URSS y con qué vehículos pueden ser batidas. Las áreas presumibles de lanzamiento de los SLBM se muestran en círculos. Se ha usado esta información para calcular las pérdidas en vidas y en capacidad de producción que un hipotético ataque nuclear europeo causaría en la URSS (*véanse las figuras 6 y 7*). A cada ciudad ubicada en el alcance de un vehículo determinado se le ha asignado una cabeza nuclear del tipo característico transportado por aquél; la distribución de las cabezas nucleares sobrantes tras la asignación inicial se ha hecho corresponder con el tamaño de cada ciudad. Se ha supuesto que las cabezas nucleares detonarían a alturas que maximizaran los daños de la explosión. Se ha considerado como unidad de medida el área sometida, como consecuencia del bombardeo, a sobrepresiones iguales o superiores a unas 0,4 atmósferas: toda la población que se halle dentro del área moriría y se destruirían todos los edificios. Se ha supuesto que una ciudad estaba "saturada" cuando toda la zona urbana se hallaba sometida a la sobrepresión letal. Se ha supuesto, asimismo, que un sistema de misiles antibalísticos (ABM) que protege una ciudad objetivo podría contrarrestarse asignando, en el ataque contra esa ciudad, más cabezas nucleares.

ducción podrían ser anuladas por un ataque nuclear.

La capacidad de las fuerzas estratégicas británicas para infligir daños a la Unión Soviética también se incrementará en la próxima década, aunque no al mismo ritmo que la francesa. Aplicando a la fuerza de Gran Bretaña el mismo análisis que el realizado con la francesa (y suponiendo que todos los SLBM transporten un sistema Chevaline con seis cabezas nucleares), estimamos que las víctimas potenciales de un ataque nuclear británico oscilarían entre los seis y los 21 millones de muertos y se destruiría entre un 5 y un 15 por ciento de la producción básica. Aunque hasta 1990 no habrá cambios en la composición de las fuerzas británicas, los niveles de pérdidas ocasionadas disminuirán ligeramente hasta entonces debido a las mejoras introducidas en el sistema de defensa ABM de Moscú. Suponiendo que cada SLBM Polaris transporte sólo tres RV, los daños serían muy inferiores: de tres a ocho millones de bajas y aproximadamente el 5 por ciento de la producción.

Sin embargo, con la introducción del SLBM Trident II en su fuerza nuclear en los años 90, Gran Bretaña estará capacitada para causar entre 24 y 68 millones de víctimas soviéticas y destruir hasta la mitad de la producción soviética básica. Ante el número arrollador de cabezas nucleares de la proyectada fuerza Trident británica, la eficacia del sistema de defensa ABM de Moscú apenas aliviaría las pérdidas globales.

Si la disuasión de un ataque soviético sobre Gran Bretaña y Francia se basa en la magnitud de la potencial destrucción, en vidas e instalaciones, que una guerra nuclear con cualquiera de ambos países produciría, la proliferación de cabezas nuclares estudiada en los programas de modernización de ambos países confiere solidez a la eficacia disuasoria de sus fuerzas estratégicas. A modo de comparación, los niveles de daño se acercan, si no exceden, a los de "destrucción asegurada" adoptados por los EE.UU. para sus fuerzas estratégicas en la década de los 60.

El mayor número de cabezas nucleares disponibles en ambas naciones les permitiría también realizar cambios en su política militar de asignación de objetivos. El Libro Blanco británico de 1980 (que equivale al Informe sobre la Situación elaborado anualmente por el Secretario de Defensa de los EE.UU.) admitió que "debido al cambio de las condiciones podría haber más formas de amenazar el poderío soviético" y que "conviene guardar cierta flexibilidad en la planificación de las eventualidades". En otras palabras, podrían asignarse a las cabezas nucleares otros objetivos distintos de las ciudades, siempre y cuando se reservara un número suficiente que asegurara la disuasión de último recurso basada en la destrucción urbana e industrial.

De acuerdo con ese criterio, los británicos reservarían para unos cuantos objetivos seleccionados por la OTAN las cabezas nucleares que excedieran a las que se consideran necesarias para mantener una disuación nuclear independiente y creíble. Esto permitiría al comandante supremo de la OTAN trazar planes de ataque alternativos con planteamientos más limitados en cuanto a la aniquilación urbana e industrial se refiere. En estos planes, los SLBM británicos podrían dirigirse contra el mismo tipo de objetivos del teatro de operaciones europeo que actualmente cubren los Pershing II norteamericanos: cuarteles de mando y control, bases y centros de almacenamiento.

Para Francia, la opción por objetivos limitados resulta más difícil. Muchos observadores galos han manifestado que el incremento del número de cabezas nucleares robustecería la capacidad disuasoria, al cubrir un amplio abanico de instalaciones militares, además de los centros urbanos e industriales. Argumentan que, tal como están las cosas, el gobierno francés no tiene otra opción que la amenaza de una destrucción masiva del bando soviético –un recurso que con toda seguridad sometería a Francia a un ataque de represalia parejo. Puesto que el abandono de la disuasión supondría el suicidio nacional, estos observadores argumentan que los planes de guerra deben abarcar opciones de ataque a objetivos concretos y no quedarse en una respuesta global contra la estructura social de la URSS.

El gobierno francés ha rechazado persistentemente estos argumentos y se ha afirmado en el efecto disuasorio de una estrategia nuclear "contra-ciudades". Pero cuando la fuerza nuclear estratégica aumente, en la próxima década, es posible que el gobierno reconsidere su doctrina nuclear.

Aunque la capacidad propia de cada país por su cuenta, en lo relativo a su oposición militar a la Unión Soviética, aumente durante la próxima década, una disuasión nuclear europea conjunta basada en la cooperación anglofrancesa resultaría mucho más eficaz. La destrucción de áreas urbanas e industriales alcanza rápidamente el punto de saturación; por tanto, las principales ventajas de una fuerza conjunta anglofrancesa no derivarían de los niveles de aniquilación global, sino de la mayor flexibilidad en la elección serva de cabezas nucleares donde elegir. La fuerza conjunta mantendría también un mayor número de cabezas nucleares en reserva después de los primeros ataques, e incrementaría, dada su mayor dispersión, la contundencia de las posibles represalias que tomara Europa Occidental.

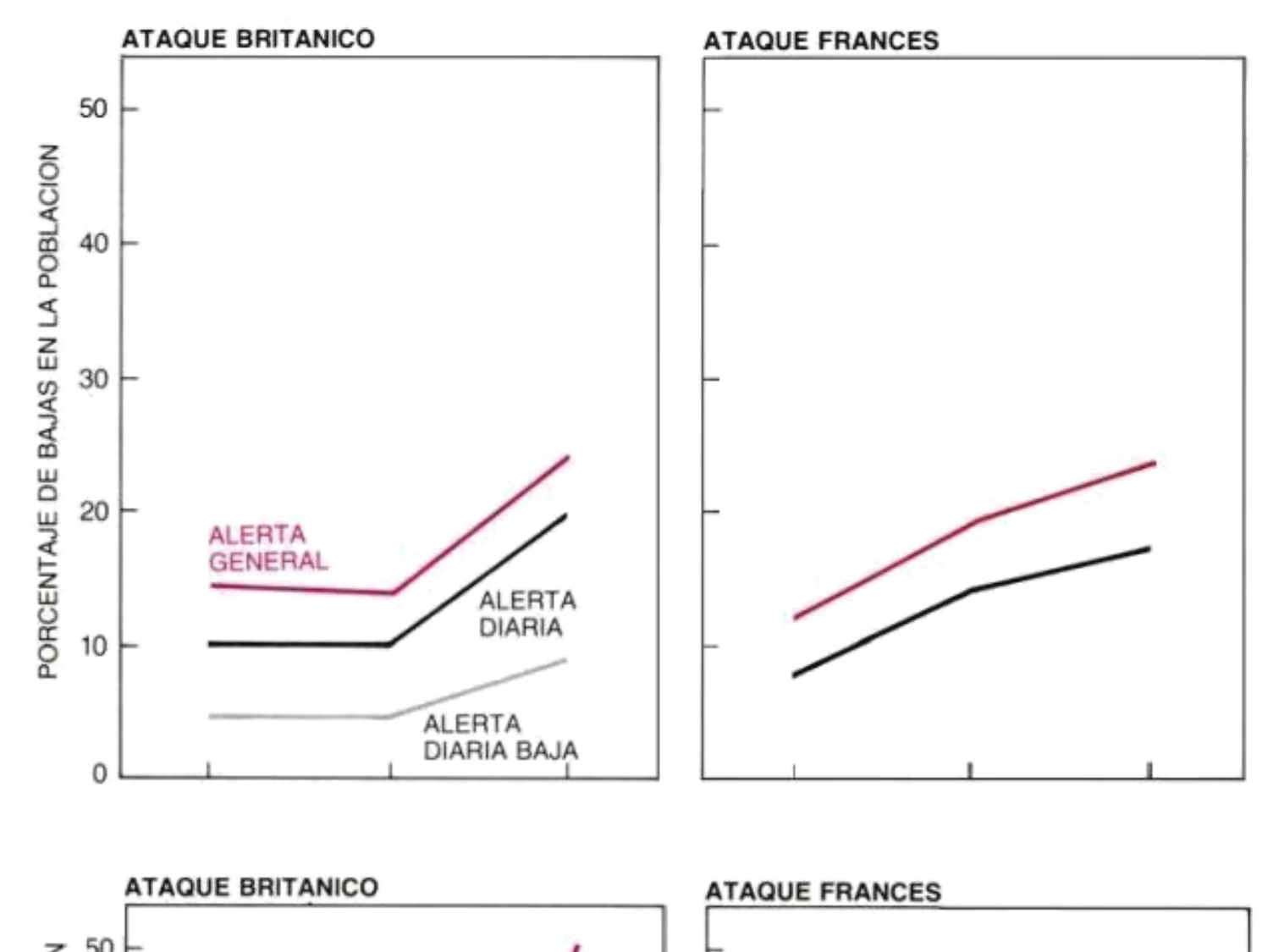
Desde la perspectiva soviética, el desarrollo de las fuerzas estratégicas europeas presenta amplias y graves implicaciones. Ciertamente, la adopción de opciones de ataque limitado por los británicos y por los franceses complicaría seriamente la planificación militar soviética, en particular la relacionada con las batallas terrestres en Europa. Sin embargo, el potencial destructivo esgrimido por las potencias nucleares europeas es lo que provocaría la peor situación hipotética en que puede verse la URSS: un ataque nuclear de una tercera potencia nuclear desarbolaría a la Unión Soviética, dejándola extremadamente vulnerable ante un ataque posterior de los EE.UU. Para prevenir tal contingencia, Rusia podría considerar el despliegue de un sistema de defensa balístico en toda la nación. Hasta aquí hemos supuesto que la URSS cuenta con un máximo de 100 rampas de lanzamiento de interceptores ABM alrededor de Moscú (autorizadas en el tratado ABM de 1972) para defenderse de un ataque nuclear estratégico. ¿Podría darse el caso de que la expansión de un sistema soviético ABM –que cubriera otras áreas urbanas e industriales de la Unión Soviética– mermara seriamente la efectividad de las fuerzas nucleares europeas?

Suponiendo que los soviéticos denunciaran el tratado ABM a finales de los 80 o a comienzos de los 90 y desplegaran hasta 1000 rampas ABM en 1995, la destrucción que entonces podrían producir las fuerzas europeas en la Unión Soviética se reduciría notablemente. Ello sólo ocurriría en el caso de que el sistema de defensa soviético tuviera un alto grado de eficacia: cada interceptor ABM debería tener al menos el 60 por ciento de probabilidades de destruir un RV atacante, contando además con que hubiera un gran número de rampas de lanzamiento de tales interceptores. Un sistema defensivo menos seguro debilitaría algo la fuerza aniquiladora del arsenal nuclear europeo.

En la hipótesis de un ataque nuclear anglofrancés, el potencial destructivo

sólo mengua cuando el volumen de la defensa contra misiles soviética alcanza los 1500 interceptores desplegados. Tal defensa requeriría un programa soviético de ABM muy costoso y de gran escala. Por consiguiente, de acuerdo con nuestros cálculos, mientras no se despliegue más que un número moderado de interceptores (menos de 800) en un sistema ABM soviético actualizado, y mientras los interceptores sean de una eficacia relativa (con un porcentaje menor del 60 por ciento de rendimiento), las fuerzas nucleares francesas y británicas conservarán sus respectivos papeles disuasorios durante los años 90.

El despliegue soviético de un sistema de defensa antimisiles un tanto mayor, aunque de eficacia limitada, no alteraría quizá la estrategia europea relativa a los objetivos. Los estados mayores británicos y franceses se verían forzados a dirigir una mayor cantidad de cabezas nucleares contra un número menor de objetivos para asegurar que, al menos, algunas atravesarían las defensas protectoras de los blancos más relevantes. Probablemente este hecho favoreciera la adopción de estrategias basadas en opciones de objetivos limitados, ya que para llevar a cabo un ataque contra núcleos urbanos e industriales se requeriría agotar los silos nucleares. Asimismo, un sistema soviético de defensa contra misiles en gran escala alteraría drásticamente la política militar de Gran Bretaña y Francia: introduciría nubes de desconcierto sobre el posible daño que sus relativamente modestas fuerzas provocarían en un ataque generalizado.



5. VOLUMEN DE DESTRUCCION POSIBLE de la sociedad soviética y con el que Gran Bretaña y Francia pretenden disuadir la agresión de la URSS. Aumentará sensiblemente cuando se cumplan los programas de modernización. Las víctimas potenciales que resultarían de un ataque nuclear europeo en grandes zonas urbanas y centros industriales se dan en porcentajes de la población soviética; los complejos de producción destruidos se representan en porcentaje de la capacidad soviética de producción. Se pueden atribuir varios niveles de prevención de las fuerzas atacantes: alerta general (*color*), durante la cual casi todas las fuerzas están preparadas para un ataque; alerta diaria (*negro*), en la que se excluyen los aviones, submarinos o misiles en revisiones de rutina y, en el caso de las fuerzas británicas, la alerta diaria baja (*gris*), en la que se supone que sólo un submarino está preparado para disparar de inmediato sus misiles. Los cálculos no consideran ninguna medida soviética de defensa civil. Sólo se tiene constancia de un sistema ABM en Moscú, y a cada interceptor se le ha asignado un 30 por ciento de probabilidades de interceptar un vehículo de reentrada.

En nuestro modelo de ordenador, la eficacia atribuida a un interceptor ABM soviético constituye un factor crítico; y aceptamos que la hayamos sobreestimado en nuestros cálculos. Supuestos más reales acerca de la contundencia de un sistema ABM soviético significarían, naturalmente, que, para destruir el mismo número de RV atacantes, la URSS debería desplegar un mayor número de rampas de lanzamiento de interceptores ABM. Aún más, en los casos de crisis más probables, cuando las fuerzas se encuentran en alerta general (en la que todos los sistemas de lanzamiento nucleares están preparados y dispuestos a desencadenar un ataque) se necesitaría un elevado número de rampas ABM para que el sistema defensivo soviético pudiera constituir un factor significativo. En resumen, incluso después de una sustancial inversión, un sistema ABM reforzado quedaría lejos de interés militar contra las fuerzas europeas.

Vayamos con el supuesto más crítico quizá de nuestro modelo de ordenador. No se refiere tanto al sistema ABM en sí cuanto a la estrategia soviética de intercepción de los RV atacantes. En nuestro análisis se producían múltiples intentos de intercepción contra cada RV agresor. En otras palabras, se supuso que, si un interceptor ABM erraba el blanco, se lanzarían otros ABM contra el RV atacante, hasta destruirlo o hasta que se agotaran los interceptores.

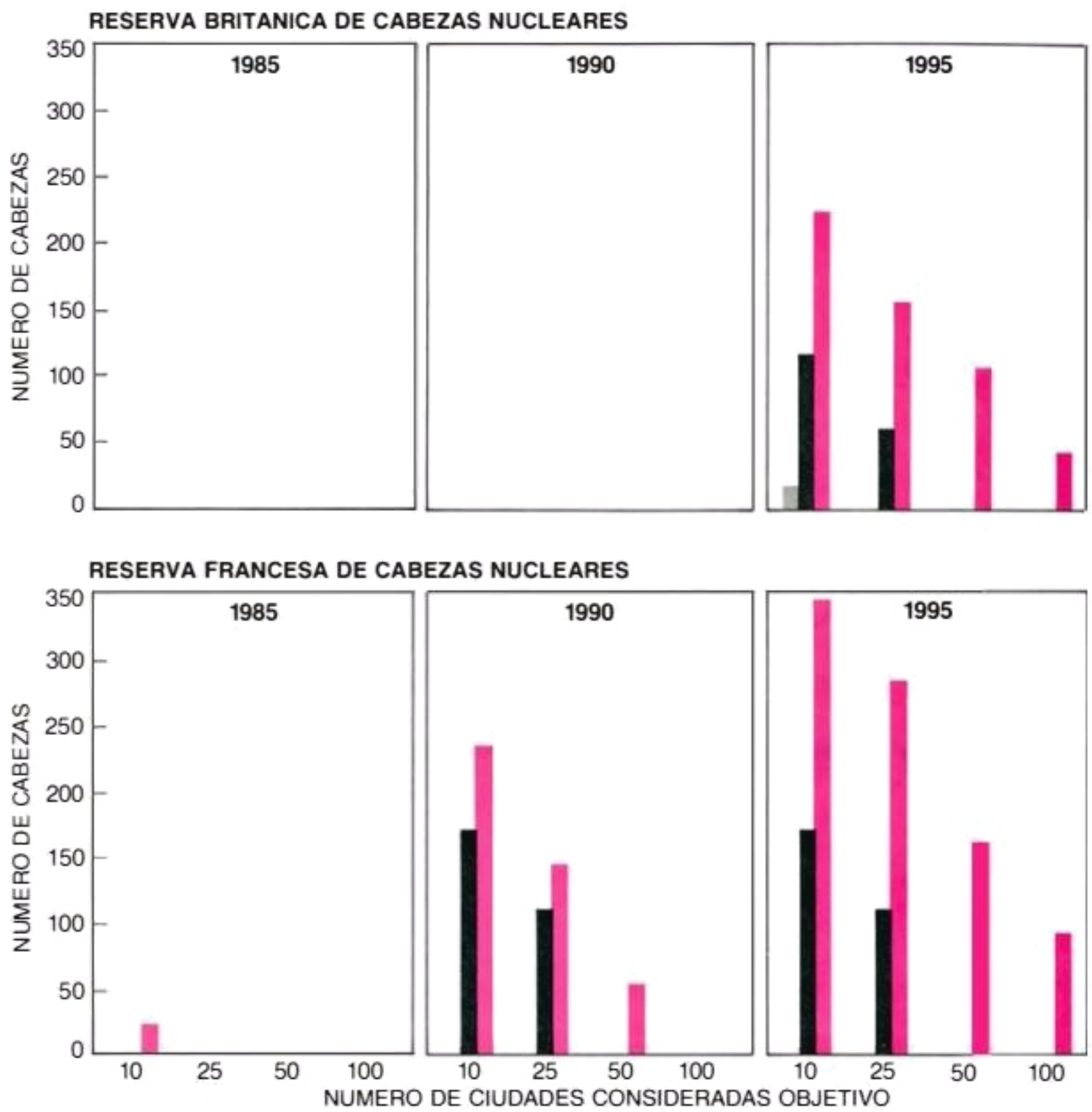
En el supuesto de una guerra nuclear, el estado mayor soviético vería en el ataque europeo un precursor del ataque norteamericano y procuraría no agotar su potencial defensivo contra la primera fuerza, menos potente que la segunda. Si las reglas de combate imaginadas contra los RV se alteran para permitir un único intento de intercepción contra cada RV europeo, el rendimiento de la defensa contra misiles soviética descendería espectacularmente. Por ejemplo, un sistema ABM de 500 rampas que, en 1995, permita múltiples intentos de intercepción oponiéndose a un ataque en estado de alerta

marino está en posición, dispuesto a lanzar misiles) reduce las previsiones de las bajas soviéticas inmediatas a sólo 309.000. Sin embargo, el mismo ataque y el mismo sistema defensivo, pero con una única oportunidad de intercepción, eleva las perspectivas a 13 millones de víctimas.

En suma, aunque un sistema ABM soviético pudiera representar un desafío para las fuerzas nucleares europeas, la mera existencia de las fuerzas nucleares de un tercer país complica el funcionamiento de cualquier defensa soviética contra misiles balísticos. Para garantizar una defensa eficaz, el sistema ABM soviético debería adquirir el volumen y fuerza suficientes para soportar todos los ataques del tercer país y conservar la capacidad de enfrentarse con otro ataque norteamericano. Una defensa de esta magnitud constituiría una empresa extremadamente difícil y costosa. Obviamente, la URSS tratará de buscar en la mesa de negociaciones una opción más barata.

No obstante, desde finales de los años 60, Gran Bretaña, Francia y los EE.UU. cierran filas a la hora de excluir las fuerzas nucleares europeas de las negociaciones de reducción de armamento. Todos los intentos soviéticos por colocar las fuerzas británicas y francesas junto con las americanas en un platillo de la balanza y buscar el equilibrio entre las fuerzas estratégicas soviéticas y occidentales han sido rechazados por los norteamericanos, que ven en ello una legitimación de una superioridad estratégica soviética frente a los EE.UU. Incluso en conversaciones que atañen propiamente a los europeos, tales como las recientes negociaciones sobre las fuerzas nucleares de alcance medio (INF), Gran Bretaña y Francia, con el apoyo de los EE.UU., han insistido en permanecer al margen de cualquier limitación que obligara a las armas nucleares norteamericanas instaladas en Europa.

De los argumentos que han esgrimido los EE.UU., Gran Bretaña y Francia para justificar la exclusión de las fuerzas galas e inglesas de cualquier limitación de armamento, algunos no son enteramente convincentes. Por ejemplo, aducir, como opina Norteamérica, que estas fuerzas no están destinadas a impedir ataques contra otros miembros de la alianza puede ser cierto para Francia, pero no lo es para Gran Bretaña. Las armas nucleares británicas suelen considerarse parte de las fuerzas de la OTAN; y sólo en circunstancias extremas el Reino Unido asumiría el mando unilateral de su arsenal.

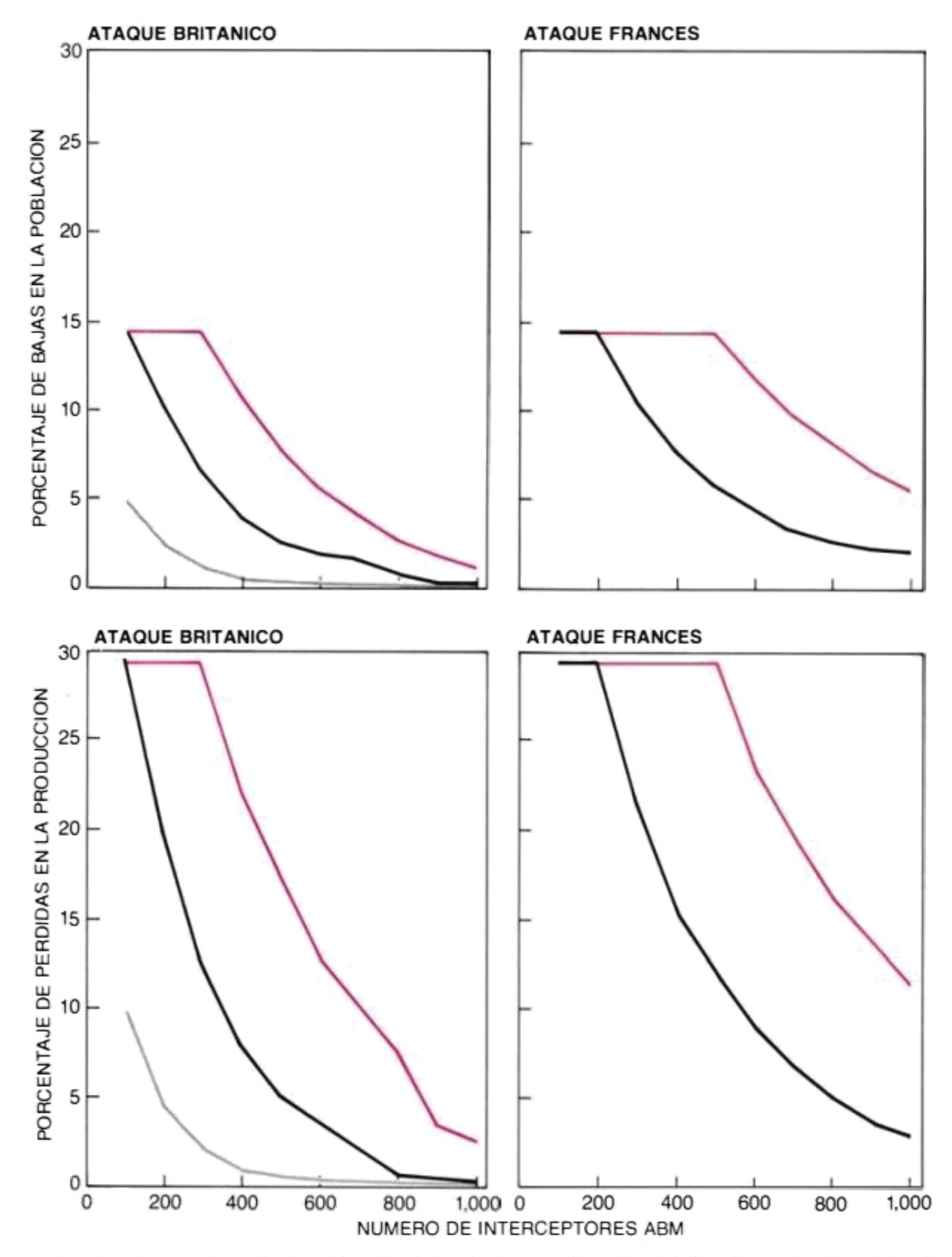


6. CABEZAS NUCLEARES DE RESERVA, entendiendo por tales las ojivas que sobran después de haber cubierto el cupo que asegure la saturación de todas las ciudades consideradas en la relación de objetivos. El número de cabezas nucleares de reserva depende de cuántas sean las principales ciudades soviéticas implicadas (10, 25, 50 o 100) y de si las fuerzas atacantes se hallan en estado de alerta general (*color*), alerta diaria (*negro*) o alerta diaria baja (*gris*). Ya en 1985, las fuerzas francesas en alerta general podrían haber tenido unas pocas cabezas nucleares sobrantes después de haber destruido las 10 mayores ciudades soviéticas. Gran Bretaña tendrá que esperar hasta 1995, cuando se hayan desplegado los SLBM Trident II, para contar con cabezas nucleares sobrantes después de efectuar un ataque nuclear generalizado contra la Unión Soviética.

La tesis occidental de que las fuerzas europeas no son fuerzas del teatro de operaciones, sino estratégicas, y por tanto no deben mencionarse en el foro de unas conversaciones INF, contradice la postura mantenida anteriormente por la delegación norteamericana en las conversaciones previas sobre limitación de armas estratégicas (SALT). Finalmente, los aliados europeos han manifestado que las fuerzas europeas son irrelevantes para reputarlas como una amenaza. Si se comparan en números absolutos con todas las fuerzas estratégicas soviéticas, quizá sea ello cierto. Pero si las cotejamos con las fuerzas convencionales soviéticas en el teatro de operaciones europeo, no lo es tanto. Además, quedarse en la mera comparación numérica es eludir la cuestión: en este momento, las fuerzas europeas podrían infligir un daño sin precedentes a la Unión Soviética.

No está claro que las razones occidentales permitan a las dos potencias nucleares europeas evitar por más tiempo su inclusión en las negociaciones sobre control de armamentos. Como hemos dicho antes, de acuerdo con sus planes de modernización, las fuerzas británica y francesa combinadas representarán un porcentaje significativo de las fuerzas estratégicas soviéticas. Cualquier nuevo acuerdo bilateral de control de armas estratégicas no haría más que empeorar la posición soviética frente a Europa. Por ejemplo, un acuerdo estratégico según los modelos propuestos por los EE.UU. limitaría los efectivos estratégicos soviéticos a 7000 cabezas y bombas nucleares. En este caso, las fuerzas disponibles por Gran Bretaña y Francia en 1995, si no mediare restricción alguna, podrían constituir el 16 por ciento del total soviético.

La creciente capacidad de las fuerzas europeas de infligir daños considerables en la Unión Soviética, aparte de los problemas que presenta para los planes defensivos soviéticos, y que no mencionamos, conducirá con seguridad a una continua presión de los rusos para incluir las fuerzas británica y fran-



7. SISTEMA DE DEFENSA SOVIETICO ABM basado en tecnología del siglo XX: reduciría el nivel de pérdidas infligidas por las fuerzas europeas, pero no impediría la destrucción de las 25 principales ciudades soviéticas, si las fuerzas atacantes estuvieran en condiciones de alerta general (*color*) o diaria (*negro*), a menos que se desplegaran unos 800 interceptores ABM. Unos 300 interceptores neutralizarían un ataque nuclear británico iniciado en condiciones de alerta diaria (*gris*). Para la elaboración de estos gráficos se ha supuesto que la eficacia de cada interceptor ABM alcanza un 60 por ciento, extremo éste que probablemente exagera su rendimiento real. Un sistema de defensa contra misiles para el siglo XXI sería más eficaz y amenazaría seriamente la disuasión nuclear independiente británica y francesa. La negociación de un tratado de control de armamento con la URSS podría ser la mejor forma de prever el despliegue de un sistema ABM soviético que minara la disuasión europea, tanto en este siglo como en el próximo. (Dibujos de Ian Worpole.)

cesa en cualquier nuevo acuerdo sobre control de armamento. En beneficio de la seguridad internacional que proporcionan estos tratados, si en ello se coincide, debe encontrarse cuanto antes una solución al problema de las terceras potencias.

Por ironía de las cosas, la vieja pretensión soviética de incluir las fuerzas europeas en el proceso de control de armamento podría redundar en beneficio de los EE.UU. y de sus aliados. Aunque sin duda la modernización de las fuerzas europeas incrementaría su contribución a la disuasión de un ataque soviético, la expansión incontrolada de los arsenales europeos puede disminuir el umbral de confrontación a partir del cual Gran Bretaña y Francia dispararían sus armas nucleares. En tal caso, los EE.UU. se verían arrastrados hacia una guerra nuclear total como consecuencia de una situación de la que no serían directos responsables. Por ejemplo, la Unión Soviética podría no distinguir entre un SLBM europeo y otro americano. Consecuentemente, si una de las potencias nucleares europeas lanzara un SLBM hacia la Unión Soviética al comienzo de una crisis, la Unión Soviética podría responder con un ataque indiscriminado de represalia contra las fuerzas occidentales, incluidas las de los EE.UU.

Más aún, la pretensión de una mayor autonomía en temas nucleares por parte de Gran Bretaña y Francia arrastra un rosario de connotaciones políticas que reverberan en el núcleo de las relaciones entre EE.UU y Europa. Una defensa europea cada vez más independiente basada en la amenaza del uso de armas nucleares contra el territorio soviético provocaría probablemente reticencias en el camino hacia el objetivo de una alianza occidental unificada política y militarmente. En este contexto, el rechazo por parte de Gran Bretaña y Francia de participar en el proceso de limitación de armamento podría interpretarse como un nuevo signo de pérdida de la confianza europea en la garantía nuclear norteamericana y, por extensión, en la OTAN en su conjunto. Si la alianza ha de permanecer tan cohesinada como hasta ahora, la prudencia dicta fomentar la integración de las fuerzas europeas en el proceso de control de armamentos.

La inclusión de las fuerzas estratégicas europeas en los acuerdos podría revestir varias formas. Una solución simple consistiría en establecer los mismos techos en el número total de cabezas nucleares y de vehículos de transporte nuclear para la Unión Soviética que para la OTAN. Tal medida probablemente no sería aceptable políticamente en Europa ni en los Estados Unidos. Otra solución: Gran Bretaña y Francia podrían negociar bilateralmente con la URSS protocolos o tratados por separado relacionados con el acuerdo conjunto soviético-norteamericano. Habría así una aproximación directa anglofrancesa a las negociaciones de control de armamento. Tales limitaciones, independientes en el arsenal británico y en el francés, allanarían el terreno para futuras negociaciones multilaterales destinadas a reducir los contingentes nucleares.

Aunque Gran Bretaña y Francia han exigido ciertas condiciones previas antes de participar en cualquier discusión de control de armas (tales como la reducción significativa de los arsenales de las superpotencias), el asegurar la colaboración europea, en último término, dependería de cómo se resolviera el tema crucial de la defensa estratégica. Ambos países europeos han manifestado que antes de entablar conversaciones sobre armas estratégicas quieren garantías de que las negociaciones sobre la limitación de las armas defensi-

vas gozarán de prioridad en la agenda de trabajo. También temen que el programa IDE y la contrapartida soviética, además de ser el principio de una carrera de armas antisatélite, amenacen con socavar los límites de los sistemas ABM existentes bajo el régimen de las conversaciones SALT. La última consecuencia sería la derogación del tratado ABM y el despliegue de defensas estratégicas generalizadas en la Unión Soviética y en los Estados Unidos.

Evidentemente, Gran Bretaña y Francia estarían bastante mejor al margen de cualquier acuerdo si persistiera el status quo actual sin defensas balísticas. Aunque el desarrollo del actual sistema Galosh limitara los planes de asignación de los objetivos, probablemente no socavaría el efecto disuario de las fuerzas nucleares británicas y francesas. Sin embargo, un sistema ABM soviético para el siglo XXI sí las minaría. Además, un sistema ABM norteamericano para el siglo XXI, como el propuesto en la IDE, podría desenganchar las defensas europeas de las estadounidenses. A pesar de las ofertas norteamericanas para incluir a Europa bajo futuros paraguas defensivos, y a pesar de la participación oficial británica en investigaciones relacionadas con el programa IDE y del entusiasmo francés en el proyecto de investigación multilateral en defensa y en tecnología conocido por Eureka, los aliados europeos ejercen presiones sobre las superpotencias para frenar su reforzamiento defensivo a largo plazo.

No está claro cómo tratarán los EE.UU. este tema en futuras negociaciones de control de armamento. A menos que concedan algunas limitaciones en el armamento defensivo, es improbable que la URSS acepte limitar sus armas nucleares ofensivas; la participación británica y francesa en el control de armamentos seguiría siendo entonces debatible. Por otra parte, un ofrecimiento norteamericano que vigorizara las limitaciones de los sistemas defensivos y que incluyera algunas restricciones en las armas antisatélite podría inducir a la URSS a reducir sus fuerzas ofensivas estratégicas. Tales circunstancias propiciarían la participación británica y francesa en el proceso de control de armamento, particularmente si las concesiones de los EE.UU. sobre límites defensivos se presentaran, en parte, como un esfuerzo por tener en cuenta los intereses aliados. La participación de Gran Bretaña y Francia ayudaría a sellar un acuerdo formal asegurando la viabilidad de su disuasión independiente.

Bibliografía

Los lectores interesados en una mayor profundización de los temas expuestos pueden consultar los trabajos siguientes:

FUERZAS NUCLEARES ESTRATEGICAS DE GRAN BRETAÑA Y FRANCIA

FRENCH NUCLEAR DIPLOMACY. Wilfrid L. Kohl. Princeton University Press, 1971.

GREAT BRITAIN'S STRATEGIC NUCLEAR DETERRENT. John F. Rybicki en *Armed Forces Journal International*, vol. 118, n.º 5, págs. 32-36; 1981.

EUROPE'S NUCLEAR SUPERPOWERS. George M. Seignious II y Jonathan Paul Yates en *Foreign Policy*, n.º 55, págs. 40-53; verano de 1984.

ALLIED NUCLEAR FORCES COMPLICATE NEGOTIATIONS. Eric J. Grove en *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 42, n.º 6, págs. 18-23; junio-julio, 1986.

CUASICRISTALES

WHICH TETRAHEDRA FILL SPACE? Marjorie Senechal en *Mathematics Magazine*, vol. 54, n.º 5, págs. 227-243; noviembre de 1981.

METALLIC PHASE WITH LONG-RANGE ORIENTATIONAL ORDER AND NO TRANSLATIONAL SYMMETRY. D. Schechtman, I. Blech, D. Gratias y J. W. Cahn en *Physical Review Letters*, vol. 53, n.º 20, págs. 1951-1953; 12 de noviembre de 1984.

THE STRUCTURE AND STATISTICAL MECHANICS OF GLASS. D. R. Nelson en *Applications of Field Theory to Statistical Mechanics: Proceedings of the Sitges Conference on Statistical Mechanics, Sitges, Barcelona/Spain, June 10-15, 1984*, dirigido por L. Garrido. Springer-Verlag, 1985.

PENTAGONAL AND ICOSAHEDRAL ORDER IN RAPIDLY COOLED METALS. David R. Nelson y Bertrand I. Halpering en *Science*, vol. 229, n.º 4710, págs. 233-238; 19 de julio de 1985.

TRANSPLANTES EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

NEURAL TISSUE TRANSPLANTATION RESEARCH. Dirigido por Robert B. Wallace y Gopal D. Das. Springer-Verlag, 1983.

NEURAL GRAFTING IN THE MAMMALIAN CNS. Dirigido por Anders Björklund y Ulf Stenevi. Elsevier Science Publishers, 1985.

CHOLINERGIC VENTRAL FOREBRAIN GRAFTS INTO THE NEOCORTEX IMPROVE PASSIVE AVOIDANCE MEMORY IN A RAT MODEL OF ALZHEIMER DISEASE. Alan Fine, S. B. Dunnett, A. Björklund y S. D. Iversen en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, volumen 82, n.º 15, págs. 5227-5230; agosto de 1985.

AVANCES EN LA FUSION POR LASER

LASER COMPRESSION OF MATTER TO SUPER-HIGH DENSITIES: THERMONUCLEAR (CTR) APPLICATIONS. John Nuckolls, Lowell Wood, Albert Thiessen y George Zimmerman en *Nature*, vol. 239, n.º 5368, págs. 139-142; 15 de septiembre de 1972.

LASER-DRIVEN FUSION. Keith A. Brueckner y Siebe Jorna en *Reviews of Modern Physics*, vol. 46, n.º 2, págs. 325-367; abril de 1974.

QUANTUM ELECTRONICS. Amnon Yariv. John Wiley & Sons, Inc., 1975.

AN OVERVIEW OF INERTIAL FUSION REACTOR DESIGN. M. J. Monsler, J. Hovingh, D. L. Cook, T. G. Frank y G. A. Moses en *Nuclear Technology/Fusion*, vol. 1, n.º 3, págs. 302-358; julio de 1981.

EL ORIGEN DEL MAIZ

CORN: ITS ORIGIN, EVOLUTION, AND IMPROVEMENT. Paul C. Mangelsdorf. Harvard University Press, 1974.

ZEA *DIPLOPERENNIS* (GRAMINEAE): A NEW TEOSINTE FROM MEXICO. Hugh H. Iltis, John F. Doebley, Rafael Guzmán M. y Batia Pazy en *Science*, vol. 203, n.º 4376, págs. 186-188; 12 de enero de 1979.

THE MYSTERY OF CORN: NEW PERSPECTIVES. Paul C. Mangelsdorf en *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 127, n.º 4, páginas 215-247; agosto de 1983.

THE ARCHAEOLOGICAL RECORD ON THE PROBLEM OF THE DOMESTICATION OF CORN. R. S. MacNeish en *Maydica*, vol. 30, págs. 171-178; 1985.

FRAGILIDAD DE LA PLUVISELVA AMAZONICA

THE TROPICAL RAIN FOREST: A NONRENEWABLE RESOURCE. A. Gómez-Pompa, A. C. Vázquez-Yanes e Y. S. Guevara en *Science*, vol. 177, págs. 762-765; 1972.

TROPICAL SUCCESSION. Dirigido por J. Ewel en *Biotropica*. vol. 12, páginas 1-95; 1980.

AMAZONIA. Dirigido por G. T. Prance y T. E. Lovejoy. Key Environments Series, Pergamon Press; 1985.

THE PRIMARY SOURCE. N. Myers. W. W. Norton & Co., 1985.

NICHOS TERMICOS DE LA LUBINA LISTADA

SYNOPSIS OF BIOLOGICAL DATA ON STRIPED BASS, *MORONE SAXATILIS* (WALBAUM). E. M. Setzler et al. NOAA Technical Report, National Marine Fisheries Service Circular 433, Departamento de Comercio de los Estados Unidos; junio de 1980.

STRIPED BASS: ENVIRONMENTAL RISKS IN FRESH AND SALT WATER. *Transactions of the American Fisheries Society*, número especial del simposium, dirigido por Charles C. Coutant, vol. 114, n.º 1; enero de 1985.

EL NACIMIENTO DE LA CIVILIZACION MAYA

SOCIAL PROCESS IN MAYA PREHISTORY. Dirigido por Norman Hammond. Academic Press, 1977.

ANCIENT MAYA CIVILIZATION. N. Hammond. Rutgers Univ. Press, 1982.

JUEGOS DE ORDENADOR

THE CONJURER'S CALCULATOR (MAGIC WITH A POCKET COMPUTER). John C. Sherwood. Micky Hades International, Box 476, Calgary, Alberta, 1976.

THE MAGIC BOOK: THE COMPLETE BEGINNER'S GUIDE TO ANYTIME, ANYWHERE, SLEIGHT-OF-HAND MAGIC. Putnam Publishing, 1977.

TALLER Y LABORATORIO

THE IMMORTAL WOODSHED: THE STORY OF THE INVENTOR WHO BROUGHT ALUMINUM TO AMERICA. Junius David Edwards. Dodd, Mead, 1955.

CHARLES MARTIN HALL - THE YOUNG MAN, HIS MENTOR, AND HIS METAL. N. C. Craig en *Journal of Chemical Education*, vol. 63, n.º 7; julio, 1986.

Número 121
Octubre 1986

INVESTIGACION Y CIENCIA

Edición en español de SCIENTIFIC AMERICAN

14 **FUERZAS NUCLEARES ESTRATEGICAS DE GRAN BRETAÑA Y FRANCIA, John Prados, Joel S. Wit y Michael J. Zagurek, Jr.** Habrán de incluirse en futuras negociaciones.

24 **CUASICRISTALES, David R. Nelson**
De estructura intermedia entre la cristalina y la amorfa, parecen incorporar un nuevo orden.

36 **TRANSPLANTES EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL, Alan Fine**
El injerto de neuronas permitiría, se asegura, reparar lesiones cerebrales y de la médula espinal.

50 **AVANCES EN LA FUSION POR LASER, R. Stephen Craxton, Robert L. McCrory y John M. Soures** Se induce por conversión de láseres infrarrojos a longitudes de onda menores.

64 **EL ORIGEN DEL MAIZ, Paul C. Mangelsdorf**
Según sostiene el autor, el maíz actual es un híbrido derivado de dos formas ancestrales.

72 **FRAGILIDAD DE LA PLUVISELVA AMAZONICA, Christopher Uhl y Juan Saldarriaga**
¿Son inevitables las perturbaciones que acaban con los mecanismos de regeneración?

82 **NICHOS TERMICOS DE LA LUBINA LISTADA, Charles C. Coutant**
La superpoblación de zonas óptimas quizás explique el incremento de las muertes estivales.

90 **EL NACIMIENTO DE LA CIVILIZACION MAYA, Norman Hammond**
No surgió de repente, como se consideraba hasta ahora, sino a través de un proceso gradual.

3 AUTORES

4 HACE...

46 CIENCIA Y SOCIEDAD

102 JUEGOS DE ORDENADOR

108 TALLER Y LABORATORIO

112 LIBROS

116 BIBLIOGRAFIA

SCIENTIFIC AMERICAN

COMITE DE REDACCION Jonathan Piel (Presidente y director), Timothy Appenzeller, John M. Benditt, Peter G. Brown, David L. Cooke, Jr., Ari W. Epstein, Michael Feirtag, Gregory R. Greenwell, Robert Kunzig, Philip Morrison, James T. Rogers, Armand Schwab, Jr., y Ricki L. Rusting

DIRECCION ARTISTICA Samuel L. Howard
PRODUCCION Richard Sasso
DIRECTOR GENERAL George S. Conn

INVESTIGACION Y CIENCIA

DIRECTOR Francisco Gracia Guillén
REDACCION José María Valderas Gallardo (Redactor Jefe)
Carlos Oppenheimer
José María Farré Josa
PRODUCCION César Redondo Zayas
PROMOCION EXTERIOR Pedro Clotas Cierco
EDITA Prensa Científica, S.A.
Calabria, 235-239
08029 Barcelona (ESPAÑA)

Los autores

JOHN PRADOS, JOEL S. WIT y MICHAEL J. ZAGUREK, JR. ("Fuerzas nucleares estratégicas de Gran Bretaña y Francia") comparten un interés común por la política de defensa y de control de armamentos. Prados, que obtuvo su doctorado en ciencias políticas por la Universidad de Columbia, ha escrito varios libros, entre los que queremos mencionar *The Soviet Estimate: U.S. Intelligence Analysis and Russian Military Strength* (Princeton University Press, 1986) y *The President's Secret Wars* (William Morrow and Company, de próxima aparición). Ha diseñado gran número de juegos de simulación de guerra. Wit, analista del Servicio de Inteligencia e Investigación del Departamento de Estado norteamericano, estudió en Columbia. Ha ocupado varios cargos relacionados con cuestiones de la seguridad nacional y recientemente ha sido consejero del Servicio de Investigación del Congreso, de la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos. Zagurek, que trabaja para la Digital Equipment Corporation, se licenció por la Escuela de Asuntos Públicos e Internacionales de Columbia en 1979. Se ha dedicado durante algunos años al diseño y programación para ordenadores de simulaciones de la guerra nuclear. Las opiniones expuestas por los autores en este artículo son propias, y no representan necesariamente las de las instituciones donde trabajan.

DAVID R. NELSON ("Cuasicristales") es profesor de física de la Universidad de Harvard. Tras concluir su doctorado en 1975 trabajó como investigador adjunto en Cornell y más tarde se trasladó becado a Harvard. En 1978 se incorporó al claustro docente de este último centro que, en 1980, le nombró catedrático. En 1984 recibió una beca MacArthur de cinco años. Nelson está interesado en las transiciones de fase, turbulencias, cristales líquidos y mecánica estadística de los vidrios.

ALAN FINE ("Transplantes en el sistema nervioso central") trabja en la unidad de neurobiología molecular del Consejo de Investigaciones Médicas de Cambridge, Inglaterra. Cursó el primer ciclo universitario en Harvard, intercalando estancias de algunos años en Francia e Israel, y se licenció en fisiología por la Universidad de Pennsylvania. Desarrolló estudios de postdoctorado en el Instituto Nacional estadounidense de Salud Mental y en el Instituto Weizmann de Ciencias de Israel, en ambos casos en calidad de becario. Desde 1983 está en Cambridge.

R. STEPHEN CRAXTON, ROBERT L. McCRORY y JOHN M. SOURES ("Avances en la fusión por láser") trabajan en el laboratorio de energética de láseres de la Universidad de Rochester. Licenciado en matemáticas, por la Universidad de Cambridge, Craxton se doctoró en física por el Imperial College de Ciencia y Tecnología de Londres. Concluidos sus estudios, Craxton se incorporó a la Universidad de Rochester, donde su interés científico se ha centrado en las simulaciones por ordenador de plasmas producidos por láser. McCrory, licenciado y doctor por el Instituto de Tecnología de Massachusetts, enseña ingeniería mecánica en la Universidad de Rochester y dirige el laboratorio de energética de láseres. Trabajó en el Laboratorio Nacional de Los Alamos antes de incorporarse a la Universidad de Rochester. Ha ocupado los cargos de vicepresidente y consejero de la compañía Consortium for Scientific Computing, Inc., y ha sido consultor de varias organizaciones privadas y públicas. Soures es director adjunto del laboratorio de energética de láseres y preside la división de desarrollo experimental. Procede de la Universidad de Rochester, que le concedió la licenciatura en física (1965) y el doctorado en ciencias mecánicas y aerospaciales (1970). Se ocupa del diseño y desarrollo de láseres de alta potencia.

PAUL C. MANGELSDORF ("El origen del maíz") dirige con carácter honorífico la cátedra Fisher de historia natural de la Universidad de Harvard. Autoridad en la genética del maíz, ha dedicado la mayor parte de su carrera al estudio de esa gramínea. Hijo de un florista y vendedor de semillas de Kansas, Mangelsdorf se interesó pronto por el cultivo de las plantas y estudió técnicas de cruzamiento vegetal en el Colegio estatal de Kansas y en la Universidad de Harvard, institución que le otorgó el doctorado en 1925. Durante 13 años desarrolló, en la Estación Agrícola Experimental de Texas, nuevas variedades de maíz, trigo, avena y cebada, retornando seguidamente a Harvard para dar clases (1940) y dirigir su museo de botánica. También ha ejercido largo tiempo de consejero agrícola de programas auspiciados por la Fundación Rockefeller en México y Sudamérica. En 1986 se retiró a Chapel Hill, contratado por la Universidad de Carolina del Norte.

CRISTOPHER UHL y JUAN SALDARRIAGA ("Fragilidad de la pluviselva amazónica") muestran su preocupación por la acelerada deforestación del bosque amazónico y centran sus investigaciones en torno a la capacidad regenerativa de este ecosistema. Uhl se doctoró en ecología vegetal en la Universidad estatal de Michigan, en 1980. Tras realizar estudios de postdoctorado en el Instituto de Ecología de la Universidad de Georgia, la Universidad estatal de Pennsylvania le incorporó a su profesorado. Está trabajando en la elaboración de métodos adecuados para acelerar la regeneración del bosque amazónico en regiones degradadas por su uso en la producción de ganado en Brasil. Juan Saldarriaga se doctoró en la Universidad de Tennessee, donde sigue investigando en la historia de la vegetación amazónica, en particular, en torno al efecto del fuego sobre los ecosistemas de la región del Amazonas.

CHARLES C. COUTANT ("Nichos térmicos de la lubina listada") dirige el programa del ciclo global del carbono en el Laboratorio Nacional de Oak Ridge. Cursó estudios en la Universidad de Lehigh, por la que se doctoró en 1965. Tras investigar en el Battelle Memorial Institute se trasladó a Oak Ridge, donde ha ocupado varios cargos en la división de ciencias ambientales. A lo largo de la mayor parte de su carrera, Coutant ha estudiado el impacto de la actividad humana sobre el ambiente y, en particular, los efectos de las presas y de las centrales de energía sobre la ecología de ríos y arroyos.

NORMAN HAMMOND ("El nacimiento de la civilización maya") es profesor de arqueología, antropología y mundo clásico de la Universidad de Rutgers; es, asimismo, director del programa de investigación arqueológica de ese centro. Doctor por la Universidad de Cambridge en 1973, trabajó, becado, en el Centro de Estudios Latinoamericanos. Posteriormente enseñó en la Universidad de Bradford, Inglaterra, y en la de California en Berkeley; en 1977 ingresó en Rutgers. A partir de 1970 ha dirigido investigaciones de yacimientos mayas. Además de esa cultura, le interesan los asentamientos primitivos y las comunicaciones transandinas al sur de Ecuador.